Untersuchungen

über die

Drüsensubstanz der Niere.

Inauguraldissertation,

einer hohen medizinischen Facultät zu Basel zur Erlangung der Doctorwürde vorgelegt

von

MORIZ ROTH.



BERN.

DRUCK VON R. F. HALLER.

1864.

Der Bau der menschlichen Niere war schon von den Anatomen des 17. und 18. Jahrhunderts vielfach geprüft und im Verhältniss zu den dürftigen Untersuchungsmitteln jener Zeit schon sehr genau erkannt worden: die Angaben eines *Malpighi*, eines *Ruysch*, eines *Ferrein* standen in der Hauptsache bis auf die neueste Zeit als unzweifelhaft richtig da. Die wichtigste Bereicherung in der Kenntniss der feineren Strukur der Niere verdanken wir *Bowman*, der 1842 den direkten Zusammenhang der gewundenen Harnkanälchen mit den Malpighischen Körperchen nachwies. Es dauerte längere Zeit bis sämmtliche Forscher von der Richtigkeit dieser Beobachtung überzeugt waren, und der Widerspruch, den selbst *Hyrtl* anfänglich dagegen erhob, ist nur durch die grosse Schwierigkeit erklärlich, mit der bis vor Kurzem die Constatirung solcher complicirter Verhältnisse verbunden war. Man war nämlich damals und noch lange nachher für mikroskopische Untersuchungen lediglich auf das Zerfasern frischer Nieren mit der Nadel, auf Schnitte an gehärteten und an injicirten Präparaten angewiesen.

Seit zwei Jahren wurde nun mehrfach die Isolirungsmethode vermittelst Säuren und Alkalien, welche bei richtiger Concentration die Bindesubstanz der verschiedensten

Organe vollständig zerstören, dagegen die wichtigeren Gewebstheile intact lassen, mit Erfolg auch auf die Nieren übertragen: Zuerst von *Moleschott* (Untersuchungen zur Naturlehre VIII, 1862, 213—224), der an Nieren, die mit Essigsäure und Kalilauge behandelt waren, Beobachtungen über den Zusammenhang der Malpighischen Körperchen mit den Harnkanälchen machte; dann aber besonders von *Henle* (zur Anatomie der Niere 1862) der die Harnkanälchen mit concentrirter Salzsäure isolirte, und gestützt auf diese sowie auf die anderen schon längst gebräuchlichen Untersuchungsmethoden neue höchst überraschende Angaben über den Bau der Niere machte, die, wenn sie richtig waren, die ganze Physiologie und pathologische Anatomie dieses Organs in ihren Grundvesten erschüttern mussten.

Seine Beobachtungen fasst er selbst folgendermassen übersichtlich zusammen (a. a. O. S. 27 f.): Es erscheint „die Niere des Menschen und der Säugethiere als eine Drüse, welche zwei in einander geschaltete Systeme von Röhren enthält. Die einen bilden in der Rinde der Niere ein Netz, welches am reichlichsten in der Nähe der Oberfläche ist, sich aber auch gegen die Marksubstanz hinabzieht und seinen Abfluss hat durch eine Anzahl von Aesten, die gestreckten Laufs aus den Pyramidenfortsätzen in die Marksubstanz übergehen, in der letztern früher oder später je zwei und zwei unter spitzen Winkeln zu stärkern Aesten und endlich zu einer Anzahl von Stämmchen zusammenmünden und mittelst dieser auf den Papillen und Kämmen der Marksubstanz sich öffnen. Die Röhren des zweiten Systems beginnen in der Rinde blind mit blasenförmigen Auftreibungen, welche die Glomeruli umschliessen. Sie füllen mit zahlreichen Windungen die Maschen des Netzes des ersten Röhrensystems aus, und senken sich dann in geradem Verlauf, den graden Zweigen des ersten Röhrensystems parallel und zwischen denselben, in die Marksubstanz herab, um höher oder tiefer je zwei und zwei schlingenförmig in einander umzubiegen. Die Schlingen sind Festons, welche je zwei Kapseln verbinden, indem sie in anfangs

gewundenem, dann einfach bogenförmigem Verlauf bis in die Marksubstanz hinabhängen. Das netzförmige Röhrensystem besitzt in allen seinen Theilen helle deutlich gesonderte Epithelzellen, deren Höhe von der Rinde gegen die Papille allmälig zunimmt; die blinden Röhren sind von Ursprung an von einem mächtigen, körnigen, nicht deutlich in Zellen abgetheilten Epithelium bekleidet, welches nur soweit, als die Schleifen im unteren Theil der Pyramide enthalten sind, einem hellen platten Pflasterepithelium Platz macht."

Den offen an der Papille ausmündenden Kanälen steht nach *Henle* die Ausscheidung der wesentlichen Harnbestandtheile zu (weil sie der Sitz des Harnsäureinfarktes der Kinder sind), während von den Glomerulis Blutserum in die schleifenförmigen Kanäle austritt, durch deren Epithel die eiweissartigen Stoffe wieder resorbirt werden.

Die Hauptbeweise für seine Angaben sind folgende: Die schleifenförmigen Harnkanälchen sind an Nieren die mit Salzsäure behandelt werden, leicht sichtbar zu machen; ferner füllen Injectionen vom Ureter aus immer nur ein Anastomosennetz an der Peripherie des Organs, aber niemals dringt Masse in die von den Malpighischen Körperchen entspringenden Kanälchen oder gar in die Malpighischen Körperchen selbst ein; endlich der mehr negative Grund, dass bei keiner Untersuchungsmethode jemals ein Zusammenhang zwischen den zwei Röhrensystemen sich habe finden lassen. — *Henle* machte seine Beobachtungen an der Niere des Menschen, des Schweins und des Kaninchens, in zweiter Linie auch an der des Schafs und des Pferdes.

Seine von den gewöhnlichen Angaben so abweichende Darstellung der Strukturverhältnisse der Niere musste natürlich die Aufmerksamkeit von Neuem auf ein Organ lenken, mit dem man anatomisch und physiologisch schon seit langem vertraut zu sein glaubte.

Es war zunächt *Kölliker* (Handbuch der Gewebelehre 5. Aufl. 1863. S. 520—524), der sich eingehender mit dieser Frage beschäftigte und dabei allerdings zu ganz anderen

Resultaten gelangte. Nach ihm ist in der Niere des Kaninchens, Schafs und Hundes keine Spur von schleifenförmig umbiegenden Harnkanälchen wahrzunehmen; die vielen feinen Röhrchen, die man in der Marksubstanz sieht, sind Blutgefässe; das peripherische Anostomosennetz das bei Injectionen vom Ureter aus öfter gefüllt wird, ist ein Capillarnetz, in welches die Masse von den Harnkanälchen aus ohne nachweisbares Extravasat eindringt. Für diese Thiere hat daher die alte seit *Bowman* bestehende Annahme Gültigkeit, dass nämlich jedes Malpighische Körperchen sich mit einem Harnkanälchen verbindet und dass alle Harnkanälchen auf der Papille ausmünden. — Nur in der Niere des Menschen und des Schweins findet theilweise ein anderes Verhältniss statt: hier sind wirklich schleifenförmige Harnkanälchen in der Marksubstanz vorhanden (auch hier beruht indess das Meiste auf Verwechslung mit Blutgefässen); durch Injection vom Ureter erhielt *Kölliker* kein peripherisches Anastomosennetz, wohl aber öfter bei Injektion von der Arterie Harnkanälchen bis an ihr offenes Ende an der Papille ohne Extravasat mit Masse gefüllt; endlich sah er in der Rindensubstanz beim Schwein Kanälchen vom Durchmesser der Henleschen Schleifen in weite gewundene übergehen; — und folgert aus all diesem, dass beim Menschen und Schwein zwar schleifenförmige neben offenen Harnkanälchen vorhanden, beide aber nur verschiedene Abschnitte eines und desselben Systems seien, indem die von den Malpighischen Körperchen entspringenden gewundenen Kanälchen, bevor sie in die auf der Papille sich öffnenden übergehen, noch eine grössere oder geringere Ausbiegung in das Mark, selbst bis in die Papille machen können. Mithin behält auch hier die ältere Auffassung wenigstens in der Hauptsache ihre Gültigkeit.

Eine grössere Abhandlung von *Hyrtl*[1]) (Denkschriften der Wiener Akademie math.-naturw. Classe. 2. Abth. XLVII)

---

1) Ich kenne die Arbeit nur aus dem Auszug im Centralblatt für medicin. Wissenschaften 1863. Nr. 47. S. 739 ff.

erstreckt sich über alle Wirbelthierklassen, ist indess lediglich auf Injectionen basirt und bezieht sich mehr auf die Gefässvertheilung als auf die Harnkanälchenfrage. Nur folgende Punkte sind für unseren Zweck von Interesse: die offnen Harnkanälchen stehen mit den Malpighischen Körperchen in Verbindung, die Injection vom Ureter erreicht die letzteren aber nur bei Cyprinoiden und ungeschwänzten Batrachiern. Die Schlangenniere lässt dreierlei Arten von Harnkanälchen unterscheiden, von denen meist nur zwei der Injection vom Ureter aus zugänglich sind. In allen Theilen der Marksubstanz, vorzüglich aber in der Papille finden sich schleifenförmige Umbiegungen von Blutgefässen. *Hyrtl* ist daher geneigt die schleifenförmigen Harnkanälchen *Henle*'s als auf Verwechslung mit diesen beruhend anzusehen.

Zawarykin und *Ludwig* (vorläufige Notiz in *Henle* und *Pfeuffer* Zeitschr. f. ration. Med. XX. 1863. 185) haben bei ihren Untersuchungen ausser Injectionen auch die Isolirungsmethode angewandt. *Ludwig* injicirte von der Arterie aus sowohl scheifenförmige als offen auf der Papille ausmündende Harnkanälchen (bei welchen Thieren wird nicht angegeben). Ferner constatirte er durch Isoliren frischer und injicirter Nieren den Zusammenhang beider Arten von Kanälen untereinander, so dass er durch diese positiven Beobachtungen zu demselben Schluss gelangte, den *Kölliker* nur für den Menschen und das Schwein annimmt.

Colberg (vorläufige Mittheilung im Centralblatt für die medicin. Wissenschaften 1863. Nr. 48. S. 753 ff.) machte Beobachtungen an Nieren vom Menschen, von Säugethieren und Vögeln. Seine Angaben stützen sich mehr auf Injectionen als auf die Isolirungsmethode. Von jedem Malpighischen Körperchen entspringt ein Harnkanälchen: die einen derselben vereinigen sich schon in der Rindensubstanz zu Kanälen die offen an der Papille ausmünden, die anderen machen eine schleifenförmige Ausbiegung in die Pyramide hinein (die Schleifen der Papille bestehen fast durchgängig aus Blutgefässen), und münden dann, nachdem ihr rücklaufender Schenkel

constant enger geworden ist, im mittleren oder oberen Theil der Pyramide in die offenen Harnkanälchen aus.

Chrzonszczewsky (vorläufige Mittheilung ebenda S. 756 ff.) erkennt die verschiedenen von *Henle* beschriebenen Arten von Harnkanälchen an, lässt sie aber wie *Ludwig* und *Colberg* sich unter einander verbinden, indem er vom Ureter aus Injectionsmasse in die schleifenförmigen Kanäle und bis in die Malpighischen Körperchen getrieben hat. Er nimmt also eine direkte Verbindung von Malpighischen Körperchen mit offenen Harnkanälchen an, ausserdem aber ein dichtes Anastomosennetz ohne Zusammenhang mit Malpighischen Körperchen, endlich sollen manche Kanälchen für sich blind in der Rindensubstanz endigen. Sowohl die Malpighische Kapsel als der darin liegende Glomerulus besitzen eine Epithellage.

Schweigger (vorläufig Mittheilung ebenda Nr. 53. S. 835 ff.) hat hauptsächlich die Isolirungsmethode cultivirt: die zwei Kanalsysteme *Henle*'s hängen mit einander zusammen durch eigenthümliche „Schaltstücke“ in der Rindensubstanz. Ein Anastomosennetz von Harnkanälchen in der Peripherie existirt nicht. Schleifen von Harnkanälchen finden sich in der ganzen Pyramide und Papille; die in der Grenzschicht umbiegenden werden im rücklaufenden Schenkel breiter, ihr Epithel dunkler. Ueberhaupt scheint mein Taf. II, Fig. 8 gegebenes Schema, soviel man seiner kurzen Mittheilung entnehmen kann, fast genau seiner Auffassung zu entsprechen.

Ich selbst[1]) untersuchte vorwiegend die Niere des Frosches, des Schafes, Kaninchens, des Schweines und des Menschen, und arbeitete fast ausschliesslich mittelst Isoliren in Salzsäure, indem sich bald die Ueberzeugung aufdrängen musste, dass die anderen Methoden, auch die Injectionen, wenn sie nicht

---

1) Die vorliegende Untersuchung wurde schon im November 1863 abgeschlossen und damals in der jetzigen Form ausgearbeitet, nur die Besprechung der einschlägigen Literatur die mir grösstentheils erst ziemlich spät zu Gesicht kam, musste an den betreffenden Stellen nachgetragen werden.

in sehr grosser Zahl angestellt werden können, in der Frage über den Zusammenhang der verschiedenen Harnkanälchen nur wenig fördern, ja unter Umständen leicht zu Täuschungen Anlass geben. Sehr wesentlich sind aber die übrigen Untersuchungsmethoden in Betreff der relativen Lagerungsverhältnisse und des Epithels der Harnkanälchen; von besonderem Vortheil erwiesen sich Injectionen mit salpetersaurem Silber, welche die längst schwebende Frage über das Epithel der Malpighischen Körperchen wohl definitiv entscheiden dürften.

Zum Isoliren der Harnkanälchen benützte ich die gewöhnliche käufliche Salzsäure entweder unvermischt, was zwar schneller zum Ziel führt, allein dem zarten Epithel leicht Eintrag thut, oder gewöhnlich mit zwei Dritttheilen Wasser verdünnt; in dieser Mischung bleibt die Niere etwa 24 Stunden liegen, worauf man sie für einen oder mehrere Tage in reines Wasses legt. Durch diese einfache Operation lassen sich die Harnkanälchen oft auf längere Strecken (4—6 Mm.) leicht mit der Nadel herausheben; sie gibt auch in der Rindensubstanz, auf welche die Isolirungsmethode bisher (mit alleiniger Ausnahme *Schweigger*'s) noch lange nicht consequent genug angewendet worden ist, allein zweifellose Resultate.

Nur wenige Fehlerquellen schliesst eine solche Behandlung in sich: durch das längere Verweilen in Salzsäure und Wasser verschwinden allmälig die Kerne der gewundenen, erst viel später auch der anderen Harnkanälchen: der Inhalt der Membranen wird in eine formlose Masse verwandelt, was indess, wo es sich lediglich um den Zusammenhang der verschiedenen Kanäle handelt, von geringer Bedeutung ist. Am Unangenehmsten ist die Zerstörung der Blutkörperchen in den Vasa recta der Marksubstanz, so dass hier die feineren Harnröhrchen leicht mit den ebenfalls epitheltragenden und sehr zahlreichen Blutgefässen verwechselt werden können: allein auch hier lässt sich in den meisten Fällen auf diese oder jene Weise die Unterscheidung sicher bewerkstelligen. — Da natürlich niemals ein Harnkanälchen in toto herauspræ-

parirt werden kann und man nur mehr oder weniger lange Fragmente derselben erhält, so kann man sich leicht über ihre ursprüngliche Lagerung in der Niere täuschen. Es ist daher durchaus nöthig, dass von allen Nieren, die eine Scheidung in Rinde und Mark zeigen (also bei den Säugethieren) neben grössern auch kleinere Abschnitte in Salzsäure isolirt werden, z. B. die Papille für sich, oder die Grenzschicht oder die Rindensubstanz u. s. w.

Gerne ergreife ich hier die Gelegenheit meinen frühern Lehrern den Herren Professoren *Aeby* in Bern, *His* in Basel, *Krause* in Göttingen aufrichtig zu danken für die vielfache Anregung und Belehrung, für Rath und That, die sie mir bei anderen, sowie speziell in dieser Untersuchung haben zu Theil werden lassen.

Unter allen von mir untersuchten Nieren bietet die des Frosches die einfachste Structur dar, und doch liegt in dieser Einfachheit schon der Anfang zu dem complicirten Bau derselben bei den höheren Thieren. Es schien mir daher passend zuerst sie in Kürze zu beschreiben. Als Repräsentanten der Säugethiernieren wählte ich die des Schafs aus dem einzigen Grunde, weil ich diese am zusammenhängendsten untersuchte; übrigens sei schon hier bemerkt, dass sich nirgends, auch nicht beim Menschen, irgendwie bedeutende Abweichungen von dem Angeführten ergeben haben. Wegen der grösseren Complicirtheit der Säugethierniere habe ich sie mit *Henle* zuerst in kleinern Abschnitten besprochen und die Verbindung zu einem einheitlichen Ganzen auf den Schluss verspart.

I. Die Niere des Frosches.

Im äusseren Ansehen ist die Froschniere sehr ähnlich den Nieren der höheren Wirbelthiere: sie liegt als paariges, ziemlich plattes, etwas gelapptes Organ zu beiden Seiten der Wirbelsäule, doch weicht sie wesentlich im inneren Bau von jenen darin ab, dass die Malpighischen Körperchen nicht auf

die Peripherie beschränkt, sondern gleichmässig durch das ganze Organ vertheilt sind, mithin keine Trennung in Rinden- und Marksubstanz stattfindet. — Der Verlauf der Harnkanälchen ist überall ein spitzwinklig geknickter, nur wenige durchziehen fast ganz geradlinig die anderen und zeichnen sich durch zahlreiche Anastomosen vor den übrigen aus: es sind diess die letzten Enden der gewundenen, die ausführenden Harnkanälchen.

Frisch untersucht zeigt der vom Malpighischen Körperchen abgehende Theil der Harnkanälchen eine deutliche Flimmerbewegung: man sieht dieselbe zu jeder Jahreszeit, an weiblichen und männlichen Exemplaren gleich deutlich: im Malpighischen Körperchen selbst, wo sie zuweilen auch stattfinden soll, habe ich sie nie beobachtet. Sie erhält sich bei manchen Thieren mehrere Stunden lang, bei anderen ist sie nur ganz kurze Zeit nach dem Tode sichtbar. Diese Flimmerung wird durch feine Wimperhaare bedingt, die in grosser Zahl den wandständigen cylindrischen Zellen aufsitzend, äusserst schnell in der Richtung von dem Malpighischen Körperchen nach dem Ureter hinschwingen. Wird das Flimmern schwächer, so führt nur noch der innere, dem Lumen des Kanals zugekehrte Theil des Haars eine wirbelnde Bewegung aus, während der auf der Zelle aufsitzende Anfangstheil sich in vollkommener Ruhe befindet. Hört die Bewegung endlich ganz auf, so verschwinden die Härchen fast augenblicklich aus dem Gesicht und lassen sich auf keine Weise mehr zur Anschauung bringen.

Nach mehrstündigem Einwirken der Salzsäure auf die Froschniere lassen sich die einzelnen Harnkanälchen oft auf ziemlich lange Strecken isoliren, und es fällt dabei sogleich der verschiedene Epithelbeleg und die verschiedene Breite eines und desselben Kanälchens auf. Während nämlich der von der Malpighischen Kapsel entspringende Theil (der sog. Hals des Harnkanälchens) sich durch seinen gestreckten Verlauf, sein helles Epithel und seine geringe Breite auszeichnet, geht er bald über in einen viel breiteren, längeren, gewun-

denen Abschnitt, der in einer undeutlich in polygonale Zellen abgetheilten Masse eine Menge grosser heller Kerne enthält. Auf diesen folgt ein dritter wiederum schmaler, kurzer und gestreckt verlaufender Abschnitt, der in seinem ganzen übrigen Verhalten so auffallend mit dem Anfangstheil des Harnkanälchens übereinstimmt, dass man fast versucht wäre, demselben im lebenden Thier ebenfalls Flimmerung zuzuschreiben (wofür ich freilich bisher den Beweis nicht liefern konnte). Dieses Stück, welches man der Kürze halber Verbindungskanal nennen könnte, führt in einen wiederum etwas breiteren, längeren und stark geknickten Abschnitt: dieser zeichnet sich durch seinen dunkelkörnigen oft leicht quergestreiften Inhalt aus, der (auch im frischen Präparat) weder Zellen noch Kerne unterscheiden lässt. Allmälig erweitert sich dieses dunkle filzig aussehende Harnkanälchen: sein Inhalt klärt sich, Cylinderzellen und Kerne werden deutlich und in der Mitte desselben wird ein breites Lumen sichtbar: es ist diess der schon oben erwähnte ausführende Theil des Harnkanälchens. Es verläuft ziemlich gerade und nimmt von allen Seiten Aeste von derselben Beschaffenheit auf, so dass es bald zu bedeutender Breite anschwillt und nun in den Anfangstheil des Ureters ausmündet.

Wir hätten also an jedem Harnkanälchen der Froschniere fünf Abschnitte zu unterscheiden, die sich durch ihr Epithel und ihre Breite deutlich von einander abheben (vgl. Fig. 1). Nur der Hals (a) des Kanälchens und der Verbindungskanal (c) verhalten sich in Allem gleich und lassen sich nur durch ihre verschiedenen Fortsetzungen von einander unterscheiden. Einige Messungen werden die Abweichungen am sichersten zeigen:

Hals des Harnkanälchens (a), seine Länge 0,09—0,11 mm., seine Breite 0,018—0,021 mm.

Zellen- und kernhaltige Fortsetzung desselben (b), Breite in ihrem Beginn 0,03, im weiteren Verlauf 0,044.

Verbindungskanal (c), Länge 0,10—0,11 mm. Breite 0,018.

Kanal mit körnigem Inhalt (d): Breite zuerst 0,022 mm. steigt allmälig bis 0,029.

Ableitende anastomosirende Kanäle (e): Breite 0,029 bis 0,052 mm.

Allerdings bekommt man beim Isoliren mit Salzsäure wohl nie ein vollständiges Harnkanälchen zur Ansicht; allein aus kleineren Bruchstücken (vgl. Fig. 1), lässt sich leicht der ganze Verlauf combiniren, in seltenen Fällen glückt es auch ein Kanälchen von seinem Hals an — das Malpighische Körperchen reisst leicht ab -- bis zum Anfang des ausführenden Theiles unzweifelhaft im Zusammenhang darzustellen. Die Malpighischen Kapseln sind bedeutend kleiner als bei den Säugethieren, sie stellen constant ein langausgezogenes Oval dar, dessen längster Durchmesser mit der Richtung des abführenden Harnkanälchens und des zuführenden Gefässes zusammen fällt. Die Länge desselben variirt von 0,074—0,1 mm., die Breite von 0,055—0,06 mm. Man überzeugt sich an Salzsäurepräparaten leicht von dem der Innenfläche des Malpighischen Körperchens anheftenden Epithelbeleg: es ist eine ununterbrochene einfache Schicht von Pflasterzellen, die unmittelbar in die Zellen des Halses des Harnkanälchens übergehen. — Die auf dem Gefässknäuel aufsitzenden Kerne bringt man nur am frischen Präparate zur Anschauung, da sie wegen ihrer Zartheit durch zugesetzte Flüssigkeiten schnell zerstört werden. Nachdem man die Kapsel durch leichten Druck auf das Deckgläschen zum Platzen gebracht hat, findet man auf dem Glomerulus aufsitzend eine einfache, jedoch nicht continuirlich zusammenhängende Lage von runden oder rundlichen Elementen mit leicht granulirtem Inhalt (ihre Grösse vartirt von 0,006—0,009 mm.). An eine Verwechslung mit veränderten Blutkörperchen, die beim Frosch durch ihre kolossale Grösse und schon durch ihre Färbung leicht davon zu unterscheiden sind, ist nicht zu denken. Möglicherweise indess sind diese Kerne nicht als Epithelschicht des Glomerulus, sondern als die den Capillaren angehörigen Kerne aufzufassen.

Jedes Malpighische Körperchen sitzt stets dem Halstheil des Harnkanälchens auf (terminale oder unipolare Anheftungsweise), niemals sitzt die Kapsel seitlich auf einem Harnkanälchen oder was dasselbe sagen will: niemals gehen zwei Kanälchen unter mehr oder weniger grossem Winkel von einem Malpighischen Körperchen ab (laterale oder bipolare Insertionsweise der Autoren); Alles, was in letzterer Beziehung vorgebracht wurde, beruht auf unvollkommener Beobachtung, wie sich jetzt leicht mit der Isolirungsmethode nachweisen lässt.

II. Die Niere der Säugethiere.

Die Niere sämmtlicher Säugethierordnungen zeigt die charakteristische Abgrenzung der Rindensubstanz vom Mark: in ersterer liegen die gewundenen Harnkanäle, welche mit ihren blasig erweiterten Anfangstheilen die Gefässknäuel umfassen, in letzterer die geraden oder Bellinischen Röhrchen mit den ihnen parallel verlaufenden Blutgefässen. Diese zwei grösseren Abtheilungen lassen sich noch in kleinere ebenfalls bestimmt charakterisirte Bezirke trennen:

In der Marksubstanz unterscheidet man den frei in den sackförmigen Anfangstheil des Ureter (Nierenkelche oder Becken) ragenden Abschnitt von der übrigen Drüsenmasse als Nierenpapille: diese ist meist in der Einzahl vorhanden (Kaninchen, Schaf, Hund, Wolf, Katze, Ratte) und stellt sich dann als plattgedrückte Masse mit langausgezogener Crista dar, die auf ihrer Höhe die feinen Oeffnungen der Harnkanälchen trägt, oder es finden sich deren mehrere (8 bis 20 und mehr) und dann konisch zulaufende, wirkliche Papillen: diese besitzen an ihrer äussersten Spitze die Ausmündungen der Harnkanälchen (so beim Schwein und beim Menschen). — Die Abgrenzung der Papille von der nächstfolgenden Abtheilung ist eine rein äusserliche und fällt mit keinen bedeutenderen Structurverschiedenheiten zusammen. — Es ist diese

die eigentliche Marksubstanz *(Henle)*; sie bildet in sämmtlichen Nieren mit nur einer Papille eine einzige compacte Masse, zerfällt dagegen bei den anderen (Mensch und Schwein) in mehrere, der Zahl der Papillen entsprechende Abschnitte (Malpighische Pyramiden) die von einander durch kegelförmige, in das Mark hineinragende Verlängerungen der Rindensubstanz getrennt sind, durch die sog. Septa Bertini.

Die genauere Kenntniss einer dritten Abtheilung des Markes verdanken wir *Henle:* dieselbe liegt auf der Grenze von Mark- und Rindensubstanz, sie ist bei verschiedenen Thieren von verschiedener Breite (bis 6 mm.) und immer leicht kenntlich durch ihr dunkelrothes streifiges Aussehen, das sie leicht von der mehr braunrothen oder braungelben Rinde und der hellrothen oft fast weissen Pyramide unterscheiden lässt. *Henle* nennt sie die Grenzschicht der Marksubstanz. Ihre Farbe und Streifung wird durch die bündelförmige Gruppirung der Blutgefässe und zwar der Vasa recta bedingt, welche nach den meisten Autoren aus den der Marksubstanz zunächst gelegenen Vasa efferentia der Malpighischen Körperchen, nach *Virchow* direkt aus den arkadenförmig die Pyramide umgebenden Nierenarterien, nach *Henle* endlich aus dem Zusammenfluss sämmtlicher Capillaren der Rindensubstanz entstehen sollen. Sei dem wie ihm wolle, so steht fest, dass die Gefässe der Grenzschicht in Bündeln zwischen den ebenfalls büschelig angeordneten Harnkanälchen verlaufen, wie man sich an Querschnitten frischer, am besten injicirter Nieren überzeugt. Freilich ist eine solche strenge Trennung in Wirklichkeit nicht vorhanden, indem immer einzelne Blutgefässe in einem Bündel von Harnkanälchen, einzelne der letzteren in einem Büschel von Vasa recta verlaufen. In der eigentlichen Pyramidensubstanz ist nur wenig mehr von dieser Anordnung der Gefässe zu sehen: die Büschel der Arteriolæ und Venulæ rectæ verschmälern sich schnell durch Umbiegen der einzelnen Gefässe und verschwinden meist ganz durch Auflösung in ein abermaliges Capillarnetz.

Die Rindensubstanz lässt schon von blossem Auge eine

doppelte Anordnung ihrer Drüsensubstanz erkennen; es sind diess büschelig gruppirte Harnkanälchen, von denen jedes Bündel durch eine kleine Glomeruli tragende Arterie und eine Anzahl gewundener Harnkanälchen von seinem Nachbar abgegrenzt wird. Jeder dieser geradlinig gegen die Peripherie der Niere hinstrebenden Büschel von Harnkanälchen gibt nach allen Richtungen seine Kanälchen ab, die alsbald einen stark gewundenen Verlauf beginnen. Diese Büschel gerader Harnkanälchen, welche durch successives Abgeben ihrer constituirenden Elemente als ebensoviele von der Pyramidenbasis nach der Peripherie hin sich zuspitzende Kegel aufgefasst werden können, wurden von *Ferrein* „prolongemens“, von den Späteren „Ferreinsche Pyramiden“, von *Henle* „Pyramidenfortsätze“ genannt und als solche von den gewundenen Harnkanälchen, oder nach *Henle* von der eigentlichen Rindensubstanz abgetrennt.

Letztere enthält nur gewundene Harnkanälchen (nämlich die Anfangstheile sämmtlicher Kanälchen sind darin gelegen): somit gehören auch die zwischen ihr und den Pyramidenfortsätzen in regelmässigen Abständen vertheilten Glomeruli der ersteren allein zu. Die gewundenen Harnkanälchen füllen alle Zwischenräume der Ferreinschen Pyramiden aus und erscheinen somit wie jene als eine Unmasse kleiner Kegel, nur von umgekehrter Gestalt, indem ihre Basis der Peripherie der Niere, ihre Spitze der Basis der Marksubstanz zugewendet ist. — In den Septa Bertini, wo solche vorhanden sind, besteht durchaus die nämliche Anordnung der Harnkanälchen als in der übrigen Rindensubstanz.

1. Marksubstanz.

Die Nierenpapille. Sehr häufig, besonders in der Leiche älterer Leute, und ohne dass irgend ein darauf bezügliches Symptom während des Lebens bestanden hätte, findet man die Nierenpapille nicht von ihrer normalen hellröthlichen Farbe, sondern imprägnirt mit einer gelblich streifigen Masse, die unter dem Messer eine deutliche Resistenz bietet; betrachtet man einen feinen Längsschnitt unter schwacher

Vergrösserung, so zeigen sich neben breiten mit Cylinderepithel ausgekleideten Harnkanälchen und neben Blutgefässen noch dunkle amorphe oder crystallinische Massen, die deutlich in schmalen Kanälchen abgelagert sind; es ist diess der längstbekannte Kalkinfarct der Niere. Diese schwarzen Kanäle verlaufen theilweise parallel den Blutgefässen und breiten Harnkanälchen, theils aber sieht man je zwei derselben ganz evident durch eine bogenförmige Anastomose in einander übergehen, die mit ihrer Convexität constant gegen das Nierenbecken gerichtet ist. Auf Querschnitten treten neben breiten mit Cylinderepithel ausgekleideten Oeffnungen auch diese engeren mit körniger Masse gefüllten deutlich hervor. Fast noch schöner sieht man diese Umbiegungen an Längsschnitten durch die Papille Brightischer (zuweilen auch ganz normaler) Nieren: auch hier treten die breiten Harnkanälchen, daneben Blutgefässe und endlich jene bogig communicirenden Röhrchen auf, die nun hier mit einem homogenen stark glänzenden Inhalt erfüllt sind, mit sog. Gallert — oder Fibrincylindern. Ebenso leicht bekommt man auf Querschnitten diese glänzenden Massen zur Anschauung (vgl. *Henle,* Taf. II. Fig. 16). —

Es entsteht natürlich die Frage, ob diese eigenthümlichen bogenförmigen Infarkte in schmalen Harnkanälchen oder in kleinen Blutgefässen liegen. Da solche Bildungen oft auch im Harn bei Morb. Brightii auftreten, wird man schon geneigter sein, sie als pathologischen Inhalt der eigentlichen Drüsensubstanz anzusprechen: allein da einerseits die Brightische Krankheit ihren Sitz vorzüglich in der Rindensubstanz hat, anderseits ähnliche Gallertpfröpfe auch in Papillen sonst ganz gesunder Nieren beobachtet werden, so könnte man an der Identität dieser Bildungen wieder zweifelhaft werden.

Es bleibt nichts Anderes übrig, als die Entscheidung dieser Frage durch Untersuchung normaler Nieren zu erlangen.

Schon an frischen Präparaten bekommt man oft schleifenförmige Umbiegungen zur Ansicht: es sind schmale Kanälchen die aus einer Membrana propria und durchsichtigen

kernhaltigen Pflasterzellen bestehen und in ihrem Bau von vielen Harnkanälchen aus anderen Gegenden der Marksubstanz nicht abweichen. Allein immer noch könnte man dieselben für Blutgefässe erklären (wie es z. B. *Kölliker* gethan hat), um so mehr als wirklich auch an solchen häufig Umbiegungen in der Papille vorkommen und als sie dieselbe Breite (im Mittel 0,015 mm.) und ein ähnliches Epithel wie die Harnkanälchen besitzen. Durch Behandlung einer Säugethier- oder menschlichen Niere mit Salzsäure werden die weiteren Harnkanälchen mit Cylinderepithel in einen formlosen Brei verwandelt, die Intercellularsubstanz und die Blutgefässe dagegen vollkommen aufgelöst: an solchen Präparaten erhält man dann eine überreiche Zahl der zierlichsten Umbiegungen von Kanälchen, die, wenn die Einwirkung der Salzsäure nicht zu intensiv war (wie z. B. bei *Henle*, Taf. I. Fig. 9., Taf. II. Fig. 10. 11), noch einen vollkommenen Epithelbeleg enthalten. Derselbe besteht aus platten, klaren mit grossen Kernen (und meist mit Kernkörperchen) versehenen Zellen, die oft nicht continuirlich, sondern durch grössere Zwischenräume von einander getrennt der Innenwand des Röhrchens aufsitzen. Sie entsprechen so sehr constatirten Harnkanälchen aus anderen Theilen der Niere, dass ein Zweifel über ihre drüsige Natur jetzt nicht mehr stattfinden kann. — Auch einige unzerstörte Blutgefässe liegen gewöhnlich noch daneben: allein sie unterscheiden sich meist durch ihre Farbe, immer aber durch ihr Epithel von den Harnkanälchen. Dieses besteht nämlich aus blossen Kernen von flacher rundlicher Form, die in der Gefässhaut selbst eingebettet sind; ausserdem zeigen die Blutgefässe zuweilen Anastomosen und zeichnen sich durch eine bedeutende Elasticität ihrer Membrana propria aus, so dass man sie durch Verschieben des Deckgläschens sehr stark ohne Zerreissung anspannen kann, was bei den Harnkanälchen nicht möglich ist. Die Gestalt der Harnkanälchen ist nicht rund, sondern oval (so dass ihr Durchmesser, wenn sie auf der schmalen Seite stehen, nur noch 0,007 mm. und weniger beträgt). Auf Querschnitten

durch gehärtete Nieren sind sie entweder wie die Blutgefässe fast vollständig collabirt oder man erkennt in ihrem Lumen wenige (1—4) vorspringende Zellen oder Kerne (vgl. *Henle* Taf. I. Fig. 3. 4.). Niemals konnte ich an den schleifenförmigen Harnkanälchen Theilungen oder freie Ausmündungen an der Papille oder Einmündungen in die offenen Harnkanälchen nachweisen, so sehr ich auch nach diesen Vorkommnissen gesucht habe.

Ausser diesen, offenbar sämmtlich umbiegenden Harnkanälchen — die *Henle* schleifenförmige, *Kölliker* Henlesche Kanälchen nennt — finden sich, wie schon erwähnt, noch andere Harnkanälchen, über deren Existenz nie ein Zweifel herrschte: sie zeichnen sich durch ihre Breite aus, die durch zahlreiche spitzwinklige Anastomosen zunimmt, so dass sie bei ihrer Ausmündung auf der Papille 0,06—0,075 mm. beim Schaf, sogar bis 0,1 mm. beim Schwein beträgt. Diese, von *Henle* offene Harnkanälchen genannt, besitzen keine Membrana propria: durch einen leichten gegen die Spitze der Papille wirkenden Druck lassen sie sich als zusammenhängende Zellmassen hervorpressen, und auf Querschnitten überzeugt man sich, dass sie von ihrer Ausmündungsstelle an durch die ganze Marksubstanz wirklich ohne Basalmembran sind: sie liegen frei in der reichlich entwickelten Intercellularsubstanz eingebettet. Die Zellen selbst sind cylindrisch, ihr Inhalt ist leicht körnig und dunkler als bei den schleifenförmigen Kanälchen, sie enthalten leicht granulirte grosse Kerne mit Kernkörperchen. Trotz der grossen Cylinderzellen bleibt noch ein weites Lumen im Kanal frei dessen Durchmesser etwa der Höhe einer einzelnen Zelle gleichkommt.

In der Papille hat man demzufolge neben Blutgefässen, die theils schleifenförmig umbiegen, theilweise in ein weitmaschiges Capillarnetz übergehen, noch zweierlei Arten von Harnkanälchen zu unterscheiden: einmal die schon längst bekannten, offen auf der Papille ausmündenden; sie vereinigen sich spitzwinklig zu 2 und 2, nehmen dadurch an Stärke zu und bestehen aus Cylinderepithel; dann die viel schmäleren

Henleschen Kanälchen, welche mit einem hellen locker stehenden Pflasterepithel ausgekleidet sind; sie münden nicht auf der Papillenspitze, sondern gehen durch einen kleinen Bogen in die Tiefe des Gewebes zurück (vgl. Fig. 2).

An die Betrachtung der Nierenpapille schliesst sich *die eigentliche Marksubstanz* oder Pyramide an: von ihr gibt es indess nichts Specielles zu erwähnen; sie hat alle Charaktere mit der Papille gemeinsam: sie besitzt schleifenförmige schmale und anastomosirende breite Harnkanälchen, daneben die Blutgefässe und endlich das interstitielle Gewebe, das jedoch hier nicht mehr so reichlich vorhanden ist als in der Papille.

Die Grenzschicht der Marksubstanz (vgl. Fig. 3. und 4). Ihr Charakter ist, soweit er sich auf die Gefässvertheilung bezieht, schon oben auseinandergesetzt worden.

Hier interessirt uns hauptsächlich das Verhalten der Harnkanälchen: was die offenen betrifft, so ist ihre Breite beträchtlich geringer als in der Papille (im Mittel noch 0,035 mm.); in dieser ganzen Zone gehen sie durchaus keine Anastomosen ein. Mit der Breite der Kanälchen hat auch die Höhe der auskleidenden Zellen abgenommen, so dass immerhin noch ein beträchtliches Lumen im Kanälchen sichtbar ist. Viele schmale (Henlesche) Röhrchen, welche in der Papille oder Pyramide eine Schleife beschrieben haben, sieht man unverändert durch die Grenzschicht bis an die Rindensubstanz verlaufen; andere aber nehmen beim Uebergang von der Pyramide in die Grenzschicht wie auf einen Schlag einen ganz anderen Charakter an: ihre Breite steigt ziemlich rasch von 0,014 auf 0,027 – 0,03 mm. (im Verlaufe durch die Grenzschicht bis zum Eintritt in die Rinde nimmt sie wieder bis auf 0,022—0,025 mm. ab), und zugleich wird ihr bisher lockerstehendes durchsichtiges Epithel in dunkelkörnige polygonale Zellen mit deutlichen Kernen umgewandelt. Die Höhe der Zellen kommt ihrer Breite nahezu gleich. (Durch längere Behandlung mit Salzsäure werden die Zellcontouren undeutlich: man sieht dann in einer körnigen homogenen Masse

eine Menge grosser Kerne eingebettet). — Alle diese Kanäle stammen aus der Papille oder Pyramide: ausserdem aber kommen noch sehr viele, der Grenzschicht eigenthümliche, schleifenförmig umbiegende Harnröhrchen vor. Der eine aus der Rinde herkommende Schenkel derselben ist schmal und hell (hat den Charakter der Henleschen Kanäle), erweitert sich aber in seinem untern Ende, bekommt dabei ein dunkles körniges Epithel, erleidet also dieselbe Veränderung, die man an vielen aus der Pyramide in die Grenzschicht übertretenden Kanälchen beobachtet. Dieses breitere und dunklere Stück (von 0,027—0,03 mm. Breite) beschreibt nun einen gegen die Papille hin convexen Bogen und verläuft dann gestreckt gegen die Peripherie zurück (indem es sich allmälig auf 0,022 bis 0,025 mm. verschmälert). An günstigen Präparaten lässt sich diese verschiedene Beschaffenheit der zwei Schenkel auf längere Strecken zweifellos verfolgen (vgl. Fig. 3, c′), und selbst der ungläubigste Thomas wird sich dabei von der Existenz schleifenförmiger Harnkanälchen überzeugen. Schleifenförmige Blutgefässe dagegen fehlen in der Grenzschicht gänzlich. Dieses charakteristische Verhalten habe ich bisher bei allen darauf untersuchten Säugethiernieren beobachtet, nur geschieht die Umänderung der Breite und des Epithels bei den einen unmittelbar vor dem Umbiegen (z. B. beim Schaf), bei anderen schon etwas früher (beim Menschen).[1])

Sämmtliche schmale Kanälchen (sowohl die aus der Pyramide kommenden als der eine Schenkel der in der Grenzschicht umbiegenden) wandeln sich beim Uebertritt in die Rindensubstanz in viel breitere Kanälchen um, die zuerst steil spiralig bald aber sehr stark gewunden verlaufen, körnigen

---

1) Bei *Henle* ist dieses Verhältniss auf Taf. II. Fig. 11 nicht ganz richtig dargestellt und gedeutet: er lässt irriger Weise beide Schenkel der Schlinge in breite mit körnigem Epithel ausgekleidete Kanälchen übergehen: (Zur Anatomie der Niere S. 18. 10. vgl. 16.) Offenbar ist dieser kleine Beobachtungsfehler zum Theil mit ein Grund gewesen, dass er auf schleifenförmige Verbindung je zweier Malpighischen Körperchen glaubte schliessen zu dürfen.

Inhalt, nur undeutliche Zellcontouren, aber grosse Kerne besitzen und schliesslich in einem Malpighischen Körperchen enden (wovon später Mehreres), vgl. Fig. 6.

Man findet also in der Grenzschicht, um diese etwas complicirten Verhältnisse noch einmal zusammenzufassen, folgende Arten von Kanälen (vgl. Schema auf Taf. II):

a. Die Fortsetzungen der offen auf den Papillen ausmündenden Harnkanälchen, hier ohne Anastomosen, 0,035 mm. breit.

b. Helle Henlesche Kanäle 0,014 mm. breit: sie kommen entweder aus der Pyramide oder entstehen erst in der Grenzschicht durch Umbiegung und Umwandlung eines körnigen Harnkanälchens (von 0,027—0,03 mm. Durchmesser); beim Uebertritt in die Rindensubstanz gehen sie sämmtlich in stark gewundene Kanälchen über, die mit einem Malpighischen Körperchen enden.

c. Dunklere körnige Kanälchen (0,027—0,03 mm.): sie wandeln sich entweder schon in der Grenzschicht durch Schleifenbildung oder beim Uebergang von der Grenzschicht in die Pyramide in schmale Henlesche Kanäle um. Ihr Verhalten in der Rindensubstanz soll später besprochen werden.

Die Behandlung mit Salzsäure ist für die Grenzschicht unumgänglich nothwendig, an Längsschnitten lassen sich diese Verschiedenheiten nicht deutlich machen. An nicht injicirten Querschnitten bekommt man wohl im Allgemeinen Aufschluss über das Verhalten der Gefässe zu den Harnkanälchen, aber nicht immer lassen sich die Gefässe deutlich von den schmälern durchsichtigen (Henleschen) Röhrchen unterscheiden.

2. Die Rindensubstanz.

Wie schon erwähnt treten die geraden Harnkanälchen bündelweise aus der Grenzschicht in die Rindensubstanz über als sog. Pyramidenfortsätze. Mit Salzsäure behandelt zeigt auch diese Region verschiedene Arten von Harnkanälchen:

1) Die Fortsetzungen der offenen Harnkanälchen (vgl. Fig. 5, e; 6, e) haben noch immer ein mächtiges Epithel,

verlaufen gerade gestreckt, und wie es scheint ausnahmslos, bis in die Nähe der Peripherie der Niere, wo ihr Durchmesser freilich nur noch 0,022—0,029 mm. beträgt: ihre Breite, die sie im untern Theil der Pyramidenfortsätze und in der Grenzschicht der Marksubstanz besitzen (0,035 mm.), entwickelt sich erst durch die vielfachen Vereinigungen, welche diese Kanälchen besonders in den peripherischen Theilen der Rinde unter einander eingehn. Meist treten nur je 2, seltener 3 an einer Stelle zusammen: eine Weile verlaufen diese Aeste noch gestreckt in den Pyramidenfortsätzen, verlieren sich aber bald mit einer Umbiegung in die eigentliche Rindensubstanz. Das Epithel der offenen Harnkanälchen nimmt auf dem Wege nach der Peripherie an Höhe ganz allmälig ab, und wird schliesslich zu einem reinen Pflasterepithel, welches ein sehr weites Lumen in der Mitte des Kanälchens frei lässt.

2) Die Fortsetzungen der körnigen Kanälchen der Grenzschicht (die in dem der Rinde zugekehrten Abschnitte der Grenzschicht noch eine Breite von 0,022—0,025 mm. gehabt hatten) verlaufen auch hier in gestreckter Richtung gegen die Peripherie (vgl. Fig. 5, b; 6, b). Nur findet dabei eine ganz allmälige Abnahme in der Breite statt (bis auf 0,015 bis 0,018 mm.), zugleich wird ihre Form bandförmig plattgedrückt wie die der Henleschen Kanälchen in der Marksubstanz. Auch ihr Epithel nimmt an Höhe und körnigem Inhalt ab: es wird zu einem ziemlich hellen Pflasterepithel, das noch ein relativ weites Lumen im Kanälchen erkennen lässt. — Niemals findet eine Anastomose unter diesen Harnkanälchen statt.

3) Beim Uebergang von der Grenzschicht in die Pyramidenfortsätze erweitern sich sämmtliche schmale Henlesche Kanälchen der Grenzschicht durch schnelle Zunahme von 0,015—0,018 mm. bis auf 0,037—0,04 mm. (vgl. Fig. 6, a. c.). Zugleich wird ihr bis dahin ganz gestreckter Verlauf in den Pyramidenfortsätzen zu einem wellenförmig-spiraligen. Das bisher helle Pflasterepithel verwandelt sich in ein stark gekörntes, die Zellencontouren lassen sich an Salzsäurepräparaten gar nicht, an der gehärteten Rindensubstanz nur

undeutlich erkennen, dagegen treten immer die runden hellen Kerne derselben in regelmässiger Anordnung hervor. Diese breiten spiraligen Kanälchen liegen in der Peripherie der Harnkanälchenbündel, welche von den unter 1) und 2) beschriebenen Kanälchen gebildet werden. Auf Querschnitten der Pyramidenfortsätze gibt es, weil sämmtliche Harnkanälchen dieser Zone ein dunkles grosszelliges Epithel enthalten, nicht jene zierlichen abwechslungsreichen Bilder der Papille oder der Pyramide, wo die weiten mit Cylinderepithel umkleideten Lumina der offenen stark contrastiren mit den zahlreichen hellen Henleschen Kanälchen, vielmehr lässt hier einzig noch der grössere oder geringere Durchmesser auf verschiedene Arten schliessen; und oft genug, besonders wenn einzelne nicht im reinen Querschnitt getroffen sind, wird auch dieses Criterium in Stich lassen. Die grösseren Blutgefässe laufen hier mehr vereinzelt, aber parallel den Harnkanälchen und sind leicht von letzteren auf Querschnitten durch ihre dicken glänzenden Wandungen zu unterscheiden.

Die eigentliche Rindensubstanz. Querschnitte der Pyramidenfortsätze lassen natürlich in der Umgebung immer auch Theile der gewundenen Rindensubstanz erkennen. Man erhält die Kanälchen dieser Parthie wegen ihrer vielfach gewundenen Form theils in der Flächenansicht, theils als Querschnitte. Sie bilden zusammen ein Flechtwerk in dessen Maschen die Malpighischen Körperchen und die Säulen der Pyramidenfortsätze eingesenkt sind.

Schon an Querschnitten der gehärteten Rindensubstanz lassen sich mehrere Arten von Harnkanälchen unterscheiden: die einen, die überwiegende Zahl, haben ein hohes dunkelkörniges Epithel mit engem Lumen, die Kerne sind deutlich, die Zellen lassen sich nicht immer unterscheiden; die anderen, viel sparsamer vertreten, haben ungefähr dieselbe Breite mit den ersteren, zeichnen sich aber durch ihr helleres und platteres Epithel aus, so dass ein weites Lumen im Kanal frei bleibt. Freilich wird auch hier im einzelnen Fall die Klassifizirung oft unmöglich, um so mehr als man wegen der mannigfaltigen

Windungen der Kanälchen nur selten reine Querschnitte zur Ansicht bekommt.

Wie verhalten sich nun diese Harnkanälchen unter einander und zu denjenigen der Pyramidenfortsätze? Schon an Schnitten, die parallel den geraden Harnkanälchen geführt sind, sieht man öfter einzelne Kanälchen aus den Pyramidenfortsätzen mit einem nach der Peripherie convexen Bogen in die eigentliche Rindensubstanz übertreten; am schnellsten gibt aber auch hier die Behandlung mit Salzsäure Aufschluss; es zeigt sich, dass sämmtliche gerade Kanälchen mit oder ohne vorherige Umwandlung ihrer Beschaffenheit in gewundene übergehen.

Diejenigen, welche schon in den Pyramidenfortsätzen einen steil spiraligen Verlauf und eine Breite von 0,037 bis 0,04 mm. (oben Nr. 3) gehabt hatten, bilden nach dem Eintritt in die gewundene Substanz massenhafte Windungen und Verschlingungen (vgl. Fig. 5, a); ihre Breite erhebt sich auf 0,044—0,05 mm. Ihre Beschaffenheit bleibt im Uebrigen dieselbe wie sie schon in den Pyramidenfortsätzen war, ihre Zellen sind gross, körnig und enthalten helle Kerne. Diese Kanälchen entsprechen der grossen Zahl von dunklen, welche man auf Querschnitten der Rindensubstanz sieht. Niemals gehen sie weder hier noch in den Pyramidenfortsätzen eine Anastomose mit anderen Harnkanälchen irgend einer Art ein; ihr Ende wird durch ein Malpighisches Körperchen gebildet, nachdem sie unmittelbar vorher eine starke Verengerung erlitten haben.

Die offenen Harnkanälchen erhielten, wie wir gesehen, in dem peripherischen Theil der Pyramidenfortsätze ein helleres und pflasterförmiges Epithel: so beschaffen gehen sie nun auch in die gewundene Substanz über. Allein hier haben sie dann nicht jene abgerundeten Formen der oben beschriebenen, vielmehr zeichnen sie sich durch stark winklige Knickungen und eigenthümliche Ausbuchtungen ihrer Wandung aus (vgl. Fig. 5, b′ b′). Daher variirt auch die Breite eines und desselben Kanälchens sehr beträchtlich (wenn sie z. B. bei etwas gleichmässigem Verlauf 0,029—0,37 mm. beträgt, so

steigt sie durch eine plötzliche Ausbuchtung für eine kurze Strecke auf 0,05—0,065 mm. u. s. f.). Mit Salzsäure isolirt lassen sich diese charakteristischen Kanäle niemals verkennen. Sie entsprechen den helleren Kanälchen mit weitem Lumen auf Querschnitten der Rindensubstanz. — Oefter gehen solche eckig ausgezogene Kanälchen Anastomosen unter einander ein, und gehen, wie schon gesagt, aus den offenen Harnkanälen der Pyramidenfortsätze hervor.

Verfolgen wir nun die umgewandelten Henleschen Röhrchen (oben S. 21), deren Breite im unteren Theil der Grenzschicht noch 0,027—0,03 mm. betragen hatte, in den Pyramidenfortsätzen aber bis auf 0,015—0,018 mm. abgenommen hat, so sehen wir sie unmittelbar vor ihrem Eintritt in die gewundene Substanz sich plötzlich bauchig erweitern (vgl. Fig. 5, b, b'). Ihr Verlauf in der gewundenen Substanz ist von nun an ein winklig geknickter, zahlreiche Aussackungen finden sich in ihrer Wandung, das Lumen ist relativ weit, das Epithel ist hell und glatt (also von derselben Beschaffenheit wie schon in den Pyramidenfortsätzen): mit einem Worte, sie zeigen alle Charaktere der Fortsetzungen der offenen Harnkanälchen. (Auch die dort angeführten Messungen haben für sie Geltung).

Es kann keinem Zweifel unterworfen sein, dass gerade diese eckigen Kanälchen die Verbindung zwischen den Henleschen und den offenen Röhrchen herstellen; zuweilen ist man auch so glücklich, wirklich diese Verbindungsbrücke einerseits mit einem offenen, andererseits aber mit einem schmalen (Henleschen) Kanälchen im Zusammenhang zu sehen (vgl. Fig. 5). Wegen dieser Eigenschaft will ich sie Verbindungskanäle nennen. Man findet dieselben am zahlreichsten gegen die Peripherie hin, was auch vollkommen mit der Vertheilung der Anastomosen an den offenen Harnkanälchen übereinstimmt. Selbst unmittelbar unter der Capsula propria kommen diese Verbindungskanäle neben den gewöhnlichen gewundenen vor, und zeigen gerade hier häufig Anastomosen unter einander. Sie beschreiben, genauer gesprochen, nicht

Windungen, sondern verlaufen in Zickzacklinien zwischen den eigentlichen gewundenen Kanälchen durch, und verbinden je ein Henlesches Kanälchen des einen mit einem offenen eines benachbarten Pyramidenfortsatzes. Wegen dieses vielfachen Ineinandergreifens der Rindenfascikel ist es unmöglich ein Harnkanälchen in seiner Totalität darzustellen. Die eigenthümlichen Ausbuchtungen in der Wand der Verbindungskanäle erklären sich wohl aus dem ungleichen Druck dem sie auf ihrem Wege zwischen den gewundenen Röhrchen ausgesetzt sind.

Mit dem Nachweis dieser eigenthümlichen Verbindungskanäle ist aber auch das verbindende Glied zwischen den sog. schleifenförmigen Röhrchen Henles und den gewöhnlichen offenen Harnkanälchen gegeben, und so dürfte denn ein Ueberblick über ein vollständiges Harnkanälchen wohl am Platze sein (vgl. dazu das Schema Taf. II. Fig. 8).

In der eigentlichen Rindensubstanz entspringt mit einem kurzen engen Hals ein stark gewundenes Harnkanälchen (von 0,044—0,05 mm. Durchmesser) von einem Malpighischen Körperchen, dann tritt es in einen Pyramidenfortsatz über, und verläuft hier korkzieherförmig gewunden bis an die Grenzschicht. In der ganzen Rindensubstanz gehen demselben Anastomosen, welcher Art sie auch sein mögen, gänzlich ab. Das Epithel ist überall körnig, die Kerne deutlich und regelmässig angeordnet; die Breite nimmt in den Pyramidenfortsätzen allmälig bis auf 0,04—0,037 mm. ab. — Beim Uebergang in die Grenzschicht verschmälert sich dieses Kanälchen ziemlich plötzlich bis auf 0,015 mm. Zugleich wird das Epithel sehr durchsichtig, glatt, grosse Kerne füllen ihre Zellen fast vollständig aus, die Zellen selbst stehen nicht dicht, sondern oft durch grössere Zwischenräume unterbrochen. Entweder findet schon in der Grenzschicht eine Umbiegung statt mit gleichzeitiger Breitenzunahme des Kanälchens (auf 0,027—0,03 mm.) und mit massigerem Epithelbeleg verbunden; oder das schmale (Henlesche) Kanälchen biegt erst in der Pyramide oder in der Papille um: sein aufsteigender

Schenkel nimmt dann erst beim Zurückkehren in die Grenzschicht die oben angeführte Beschaffenheit an. In der ganzen Marksubstanz kommen an den eben beschriebenen Kanälchen keine Anastomosen vor. Auf dem Weg durch die Grenzschicht und während des Verlaufs in den Pyramidenfortsätzen verschmälern sich sämmtliche (auch die in der Grenzschicht umbiegenden) aufsteigende Schenkel successiv bis auf 0,018 bis 0,015 mm.: das Epithel wird dabei platter und ist nicht mehr so stark körnig. Höher oder tiefer, meist aber erst gegen die Peripherie hin tritt der rücklaufende Schenkel der Henleschen Kanälchen in die eigentliche Rindensubstanz über, nimmt hier den Charakter eines Verbindungskanals an (sein Durchmesser variirt von 0,029—0,065): sein Epithel ist hell und platt, sein Lumen weit. Der Verbindungskanal führt in einen anderen Pyramidenfortsatz über, wo er entweder (an der Peripherie) durch Anastomose mit einem oder mehreren anderen Verbindungskanälchen den ersten Anfang eines offenen Harnkanälchens bildet (dessen Durchmesser hier nur 0,022—0,029 mm. beträgt), oder in ein schon vorhandenes offenes Harnkanälchen ausmündet. Die offenen Harnkanälchen endlich haben schon in der Rindensubstanz einen gestreckten Verlauf (sie setzen sich durch eine grosse Anzahl in sie einmündender Verbindungskanäle zusammen), ihr Epithel ist hier noch pflasterförmig, auch besitzen sie hier noch eine Membrana propria, die allmälig in der Marksubstanz verloren geht. Durch die zahlreichen Anastomosen in der Peripherie erreichen sie in den Pyramidenfortsätzen einen Durchmesser von 0,035—0,04 mm.; behalten diesen bei im Verlauf durch die Grenzschicht, gehen in dieser Zone keine Verbindungen ein; und münden endlich, nachdem sie in der ganzen Pyramide und Papille durch vielfache spitzwinklige Einmündungen anderer Kanälchen (von demselben Charakter) sich auf 0,07 (beim Schaf) bis 0,1 mm. (Schwein) erweitert haben und hier einzig durch ein regelmässig angeordnetes Cylinderepithel zusammengesetzt werden, frei auf der Spitze der Papille aus.

Anastomosen kommen also nur vor: 1) an den Verbindungskanälen der Rindensubstanz, 2) an den offenen Harnkanälchen, welche sowohl in der Rinde als in der Marksubstanz (ausgenommen in der Grenzschicht) reichliche Verbindungen unter einander eingehen.

Ich bezweifle, ob ausser dem angegebenen Zusammenhang noch eine direkte Einmündung der gewundenen (von den Malpighischen Körperchen entspringenden) in die offenen Kanäle ohne vorherige Bildung einer Schleife vorkommt: wenigstens habe ich niemals Bilder erhalten, die man auf ein solches Verhältniss hätte beziehen können.

Es ist klar, dass auf diese Weise jedes offen ausmündende Harnkanälchen mit einer ungemeinen Menge von Malpighischen Körperchen in Verbindung stehen muss: erstens durch die Verzweigungen in der Rinde, welche durch die Verbindungskanäle auf bekannte Art zu Malpighischen Körperchen führen, dann aber geht jedes offene Stämmchen noch mit sehr vielen Kanälchen von derselben Beschaffenheit in der Marksubstanz Verbindungen ein: so dass also die Zahl der einer einzigen Oeffnung auf der Papille zukommenden Malpighischen Körperchen jedenfalls eine enorme sein muss.

Ein Herauspräpariren eines so complicirt gebauten Harnkanälchens ist natürlich unmöglich; doch lassen sich folgende grössere Bruchstücke mittelst der Isolirungsmethode darstellen: a. das offene Harnkanälchen mit seinen Theilungen in der Papille und Pyramide, b. seine Fortsetzung in der Grenzschicht und in den Pyramidenfortsätzen; c. Uebergang desselben in einen Verbindungskanal und Umwandlung des letzteren in ein schmales gestrecktes Kanälchen; d. Uebergang des schmalen gestreckten Kanälchens in die Grenzschicht: hier entweder Umbiegung mit Umwandlung in ein Henlesches, oder Umwandlung erst am Uebergang von der Grenzschicht in die Pyramide und erst hier oder in der Papille Umbiegung; e. endlich Umwandlung sämmtlicher Henlescher Kanäle am Uebergang von der Grenzschicht in die Rinde in gewundene, die mit einem Malpighischen Körperchen endigen.

Ich bemerke hier beiläufig, dass in mancher gesunden Niere die gewundenen und die Verbindungskanälchen, welche näher der Peripherie gelegen sind, dunkleren Inhalt besitzen als die näher der Marksubstanz befindlichen; diess erstreckt sich immer auch auf die betreffenden Malpighischen Körperchen. Indess begründet dieses Verhalten durchaus keinen tieferen Unterschied, da man an vielen Kanälchen das dunklere in ein helleres Epithel ohne alle sonstige Veränderung übergehen sieht.

Es bleibt noch Einiges über die Verbindungskanäle und die Malpighischen Körperchen nachzuholen.

Die ersteren werden von *Ludwig* und *Kölliker* gar nicht erwähnt, unzweifelhaft hat *Henle* dieselben vor Augen gehabt (Taf. III, Fig. 27 D, vgl. S. 25 seiner Schrift). Er hat Kanälchen mit sackigen Ausbuchtungen vom Ureter aus injicirt, er beschreibt ihr plattes helles Epithel und ihr weites Lumen (seine Durchschnitte Taf. II, Fig. 15. Taf. III, Fig. 26), sowie Theilungen an denselben (Taf. III, Fig. 27 C). Offenbar ist diess aber nur derjenige Abschnitt des Verbindungskanales, welcher mit den offenen Harnkanälchen zusammenhängt; der andere, welcher constant in ein schmales gradverlaufendes Röhrchen überführt, ist unbeachtet geblieben. Hätte er dieses Verhalten gekannt, so hätte er gewiss nicht auf die gewagte Annahme von zwei getrennten Kanalsystemen in der Niere kommen' können. Nur *Schweigger* (vgl. oben S. 6) spricht deutlich von diesen auffallenden Formen.

Jedes Malpigische Körperchen hängt mit Einem Harnkanälchen zusammen, wie sich jetzt mit Salzsäure leicht nachweisen lässt. Früher gab *Gerlach* (Gewebelehre 2. Aufl. S. 353) und in neuerer Zeit *Moleschott* (a. a. O.) die terminale Insertionsweise nur für die Amphibien zu, bei den Säugethieren (und Vögeln) soll die bipolare Anheftung als Norm vorkommen, d. h. Zusammenhang Eines Malpighischen Körperchens mit zwei Harnkanälchen. Auf die Grundlosigkeit dieser Angabe hat schon *Meyerstein* (*Henle*'s Zeitschr. XV) aufmerksam gemacht.

Das Malpighische Körperchen hat in der Säugethierniere eine ellipsoide Gestalt, die grösste Axe desselben kreuzt rechtwinklig die Axe des abgehenden Harnkanälchens. Je nach der Lage, die das Körperchen unter dem Mikroskop einnimmt, wird es daher bald länglich ausgezogen, bald fast ganz rund erscheinen.

Der lange Durchmesser beträgt beim Schaf (am Salzsäurepräparat) 0,17—0,21 mm., der kurze 0,14—0,18 mm.

Beim Frosche liegt gerade umgekehrt die grösste Länge der Kapsel in der Verlängerung des abgehenden Harnkanälchens. — Wie beim Frosch findet sich auch bei den Säugethieren constant eine Einschnürung zwischen dem Malpighischen Körperchen und dem abgehenden Harnkanälchen, nur ist sie bei Weitem nicht so auffallend durch ihre Länge als beim Frosch. Auf den Hals folgt dann unmittelbar oder nachdem sich vorher das Harnkanälchen trichterförmig erweitert hat, die Malpighische Kapsel.

Schon seit geraumer Zeit bildet die Frage über das Epithel der Kapsel und des darin liegenden Glomerulus einen Gegenstand ziemlich lebhafter Controverse. Während Manche (*Bowman*, *Ecker*) das Epithel gänzlich in Abrede stellen, bestreiten es Andere nur für den Glomerulus oder nur für die Kapsel. Nach *Kölliker* besitzen Glomerulus und Kapsel zusammen Eine Zellenlage, welche in das Epithel des Harnkanälchens übergeht, aber ausserdem noch die freigebliebene, dem Lumen des Kanälchens zugekehrte Seite des Glomerulus überzieht. *Isaacs* und *Moleschott* dagegen nehmen eine doppelte Epithellage an: die der Innenfläche der Kapsel aufliegende Schicht ist dürftig, besteht aus kleinen unzusammenhängenden, die des Glomerulus dagegen aus grösseren, zahlreichen, sich untereinander berührenden Zellen. — Eine Injection mit Silberlösung (von 0,5—1 %), welche Herr Professor *His* von der Arterie aus (beim Kaninchen) für mich vorzunehmen die Güte hatte, ergab das überraschende Resultat, dass die Zellen der Malpighischen Körperchen auf das Zierlichste durch ausgeschiedenes Silber von ein-

ander abgegrenzt wurden. Es ist eine einfache Lage grosser polygonaler Pflasterzellen, die durch ihre eigenthümlichen welligen Ränder genau in einander passen und zuweilen einen schwarz gefärbten Kern enthalten (vgl. Fig. 7). Seltener werden einzelne Zellen des vom Malpighischen Körperchen entspringenden Harnkanälchens auf dieselbe Weise umgrenzt, niemals aber zeigen die kleinen rundlichen auf den Glomerulis anfsitzenden Zellen eine ähnliche Ausscheidung des Silbers. So ist wenigstens das Epithel der Kapsel unzweifelhaft constatirt; ob die kleinen auf dem Glomerulus sitzenden Elemente als eigene Epithelschicht oder als Capillarkerne aufzufassen seien, vermag ich vorläufig noch nicht zu entscheiden.

Wenn die oben gegebene Darlegung von dem Verlaufe der Harnkanälchen die richtige ist, so behält im Allgemeinen die früher herrschende Ansicht über den Zusammenhang der Malpighischen Körperchen mit den auf der Papille sich öffnenden Harnkanälchen ihre Richtigkeit, indem die neu von *Henle* entdeckten Schleifen nur in den Verlauf der ersten eingeschoben, aber nicht als selbstständiges Kanalsystem aufzufassen sind.

Verhält es sich so wie ich es geschildert habe, so darf mau consequenterweise auch nicht von offenen und von schleifenförmigen Kanälen u. s. f. als gleichsam selbstständigen Gebilden reden; es sind dies Alles nur verschiedene Theile eines und desselben Kanälchens. Allein der Name thut nichts zur Sache, auch sind diese Ausdrücke schon so sehr eingebürgert, dass eine neue Nomenclatur mehr Verwirrung als Nutzen bringen würde.

Zum Schluss möge noch eine zusammenhängende Aufzählung der wichtigsten Thatsachen folgen, welche meiner Meinung nach gegen die *Henle*'schen Schlussfolgerungen am meisten sprechen.

Was sein System der schleifenförmig verbundenen Malpighischen Körperchen betrifft, so beruht dieser mehr auf

Hypothesen als auf wirklicher Beobachtung. Das gewundene, mit dem Malpighischen Körperchen zusammenhängende Kanälchen geht allerdings in die Marksubstanz über und wird hier enger (Henlesche Kanälchen), auch die Umbiegung desselben ist vorhanden, allein der rücklaufende Schenkel führt nicht wiederum in ein gewundenes Harnkanälchen und dieses zu einem Malpighischen Körperchen, sondern der zweite Schenkel nimmt immer eine ganz andere Beschaffenheit an (die an den Umbiegungen in der Grenzschicht immer sichtbar ist), welcher sich nie, weder direkt noch indirekt, zu einem gewundenen Harnkanälchen umwandelt, sondern immer nur in den Verbindungsgang, und dieser letztere immer nur in ein offenes Kanälchen überleitet. — Ferner wäre es unbegreiflich, wie ohne diesen angegebenen Zusammenhang die Fibrincylinder, welche man fast ausschliesslich in den Schleifen findet, im Harn von Morbus Brightii auftreten könnten. — Allein auch die Hauptstütze von *Henle*'s Hypothese, nämlich die behauptete Unmöglichkeit, die Malpighischen Körperchen vom Ureter aus zu injiciren, ist gefallen seit *Ludwig* (vor ihm schon *Gerlach*) vom Ureter aus ohne Extravasat sowohl schlingenförmige Harnkanälchen als Malpighische Körperchen injicirt, also den schlagendsten Beweis für den Zusammenhang der zwei Henleschen Kanalsysteme geliefert hat. — Endlich mussten schon die unleugbar sehr analogen Verhältnisse beim Frosch, die sich hier wegen der Kleinheit des Organs so leicht anschaulich machen lassen, zu Ungunsten der *Henle*'schen Folgerungen stimmen.

Henle's zweites Kanalsystem soll seinen Anfang in einem ausgedehnten Anastomosennetz der Rinde nehmen, welches *Henle* öfter durch Injektion vom Ureter aus gefüllt hat. *Henle* selbst hat indess an seinen Injectionspräparaten nur Theilungen, keine Netze isolirt (Taf. III, Fig. 27 C); und mir ist es trotz vielfacher Bemühungen nie gelungen, auch nur eine einzige netzförmige Verbindung von Harnkanälchen zu finden; wohl aber kommen sehr häufig einfache Theilungen in der Rinde vor. Seine übrigen darauf bezüglichen Abbildungen

stellen nur Durchschnitte von gehärteten Nieren dar (Tafel III, Fig. 23. 24), welche ein injicirtes Netzwerk erkennen lassen. Dieses kann entweder aus Harnkanälchen die über und unter einander weglaufen oder aus Lymphgefässen oder Capillaren bestehen (die sich nach *Henle* S. 23 oft ohne merkliches Extravasat von den Harnkanälchen aus anfüllen). Ferner spricht gegen ein solches abgeschlossenes System der Nachweis, dass wirklich schmale Harnkanälchen (durch Vermittlung der Verbindungskanäle) in offene übergehen, wie oben auseinandergesetzt wurde. Auch hier müssen wieder die Injectionen *Ludwig*'s erwähnt werden, der vom Ureter aus keine Netze, wohl aber die Harnkanälchen bis zu ihrem Ursprung aus den Malpighischen Körperchen gefüllt hat.

So viel bis jetzt aus den kurzen Angaben *Ludwig*'s hervorgeht, stimmen meine Resultate fast in allen Punkten mit den seinigen überein. Nur kenne ich keine Verästelungen „feiner Kanälchen“ in der Rindensubstanz; mir sind blos die Anastomosen der Verbindungs- und offenen Kanäle bekannt. Dagegen finden sich bei ihm keine Angaben über die eigenthümlichen Verbindungskanäle der Rinde und die schleifenförmigen Umbiegungen in der Grenzschicht. Diese beiden Verhältnisse sind dagegen von *Schweigger* ganz richtig hervorgehoben worden. Entschieden unrichtig ist die Angabe *Colberg*'s, dass die schleifenförmigen noch in der Marksubstanz in die offenen Kanäle ausmünden. Ebenso wenig habe ich von dem Anastomosennetz und den blinden Anfängen mancher Harnröhrchen in der Rindensubstanz, wie sie von *Chrzonszczewsky* angenommen werden, mich überzeugen können.

Dass der eigenthümliche Wechsel im Epithel der Harnkanälchen von grösstem Belang für die Funktion der Säugethierniere sein muss, leuchtet ein, um so mehr da ähnliche Verhältnisse sich schon beim Frosche finden; gewiss hat auch die Grenzschicht der Marksubstanz eine wichtigere Rolle bei der Harnausscheidung als man ihr bisher zuerkannt hat. Darauf deutet schon das mächtige Epithel vieler ihr angehöriger Kanälchen, ferner der Umstand, dass sie bei höhergra-

digem Morbus Brightii constant mit in das Bereich der pathologischen Veränderungen hineinbezogen erscheint. Doch überlasse ich gerne die physiologische Verwerthung der anatomischen Thatsachen den eigentlichen Fachmännern.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. I. und II. [1])

Fig. 1. Harnkanälchen vom Frosch mit Salzsäure isolirt. Vergrösserung 340. — a Hals; b breiter Abschnitt mit stärkerem Epithel; c Verbindungsstück (das Epithel in a und c ist durch die Salzsäure etwas angegriffen); d etwas breiterer Abschnitt mit undeutlichen Zellen; e ausführender Kanal mit Cylinderepithel.

Fig. 2. Drei ausführende (*Henle's* offene) Harnkanäle, dazwischen schleifenförmige Harnkanälchen und Blutgefässe, alles von reichlichem interstitiellem Bindegewebe umgeben. Aus der Papille einer Kaninchenniere, mit Salzsäure. — Vergr. 75. (Diese Figur lässt Einiges zu wünschen übrig.)

Fig. 3. Uebergang von der Grenzschicht in die eigentliche Pyramide (Schaf). a, a einige Gefässe; b, b schleifenförmige, in der Grenzschicht umbiegende Harnkanälchen, deren zweiter Schenkel c′, c′ bedeutend vom ersten abweicht; c, c Harnkanälchen, die beim Uebergang aus der Grenzschicht in die Pyramide Epithel und Breite ändern; d, d schmale Kanälchen, die unverändert durch die ganze Grenzschicht laufen; e, e ausführende Kanäle mit mächtigem Epithel (*Henle's* offene). — Mit Salzsäure behandelt. Vergr. 75. Viele Blutgefässe sind weggelassen zur Vereinfachung des Bildes.

Fig. 4. Zwei der in der Grenzschicht liegenden Kanäle (vgl. Fig. 3) bei stärkerer Vergrösserung (340); daneben ein schmaler, welcher aus der Pyramide kommt. — Schafsniere; mit Salzsäure isolirt. — Denkt man sich statt der Umbiegung die Kanälchen gerade fortlaufend, so hat man den Uebergang der Kanälchen aus der Grenzschicht in die Pyramide (Fig. 3 c, c).

Fig. 5. Aeusserste Peripherie der Rindensubstanz vom Schaf; Vergr. ungefähr 100; mit Salzsäure isolirt. — Die gerade verlaufenden Kanäle gehören den Pyramidenfortsätzen, die gewundenen der eigentlichen Rindensubstanz an. a Gewundenes Kanälchen mit einem Malpighischen Körperchen zusammenhängend, abgerissen; b′ b′ Verbindungskanäle mit ihren eigenthümlichen Ausbuchtungen, einerseits mit den aus der Grenzschicht

---

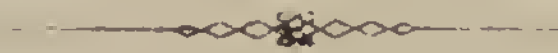
1) Nur Verhältnisse, die bisher gar nicht oder nicht richtig dargestellt waren, haben hier Aufnahme gefunden. Die meisten Abbildungen sind bei schwacher Vergrösserung gezeichnet, da es mir hauptsächlich auf die Versinnlichung des Zusammenhangs der verschiedenen Abschnitte ankam. Für die mikroskopischen Verhältnisse verweise ich auf die Tafeln in *Henle's* Abhandlung.

kommenden Kanälen (b) zusammenhängend, andererseits in die durch Anastomosen immer breiter werdenden ausführenden Gänge (*Henle's* offene) e, e übergehend.

Fig. 6. Uebergang von der Rinden- in die Marksubstanz: die gewundenen Kanäle (a) verschmälern sich dabei sehr bedeutend (c); b und e wie in Fig. 5. — Vom Schaf; isolirt mit Salzsäure; Vergr. 75.

Fig. 7. Schnitt aus der Rinde einer mit Silberlösung von der Arterie aus injicirten Kaninchenniere. Das Kapselepithel hat wellenförmige Contouren, die eine Kapsel ist durchschnitten; auf dem dunklen Glomerulus sitzen zellige Elemente (Capillarkerne?). a Vas afferens; b, b Vas efferens und Capillaren. — Vergrösserung 340.

Fig. 8. Schema eines vollständigen Harnkanälchens: es sind alle Möglichkeiten des Zusammenhangs, auch die relative Breite möglichst genau berücksichtigt. A — B Rinde, B — C Grenzschicht, C — D Pyramide, D—E Papille. — (Der rücklaufende Schenkel ist in der Grenzschicht und Rinde etwas zu breit ausgefallen.)



Taf. I.



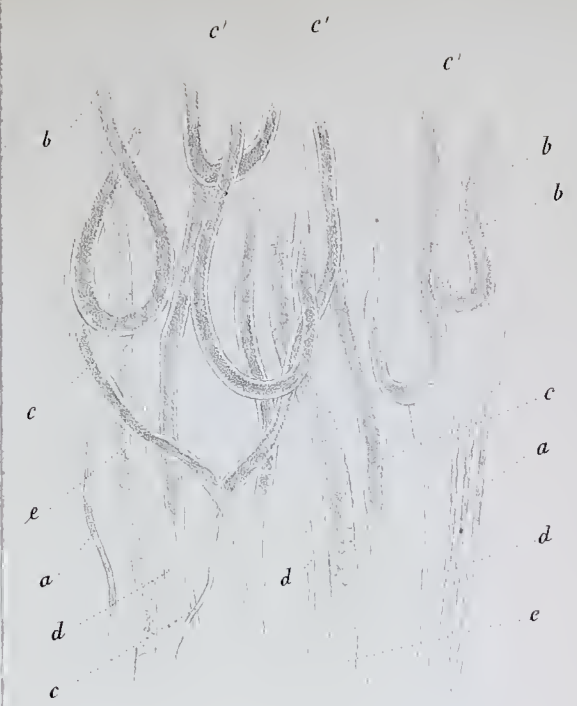
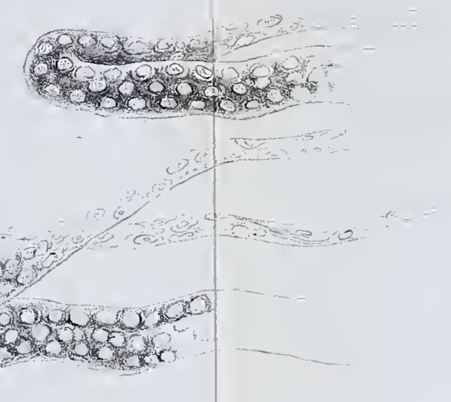
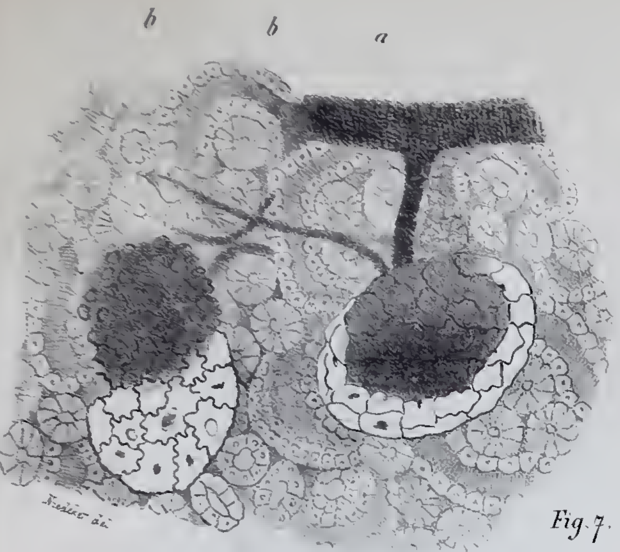


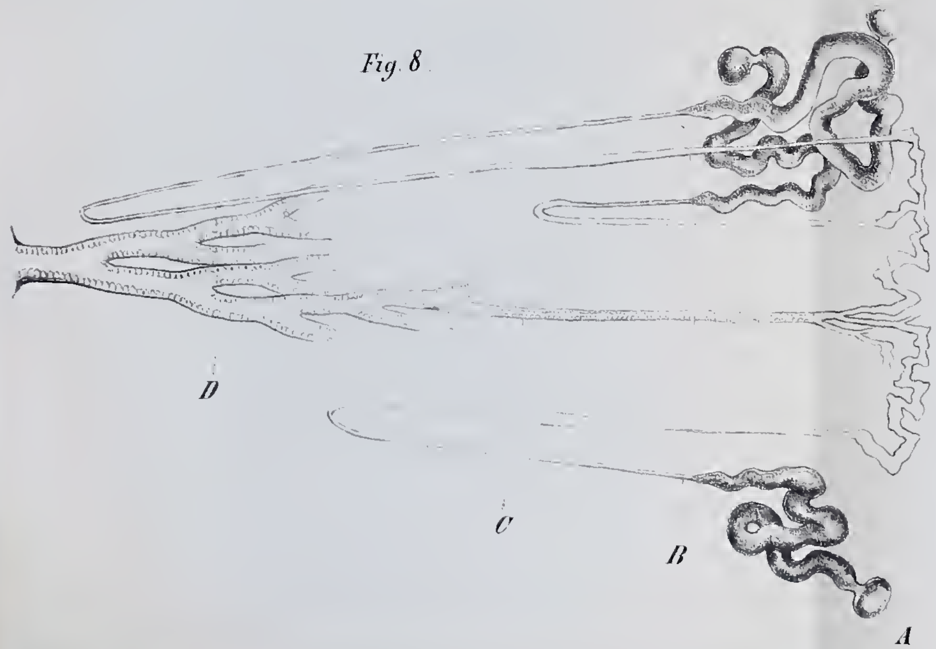

Fig. 2

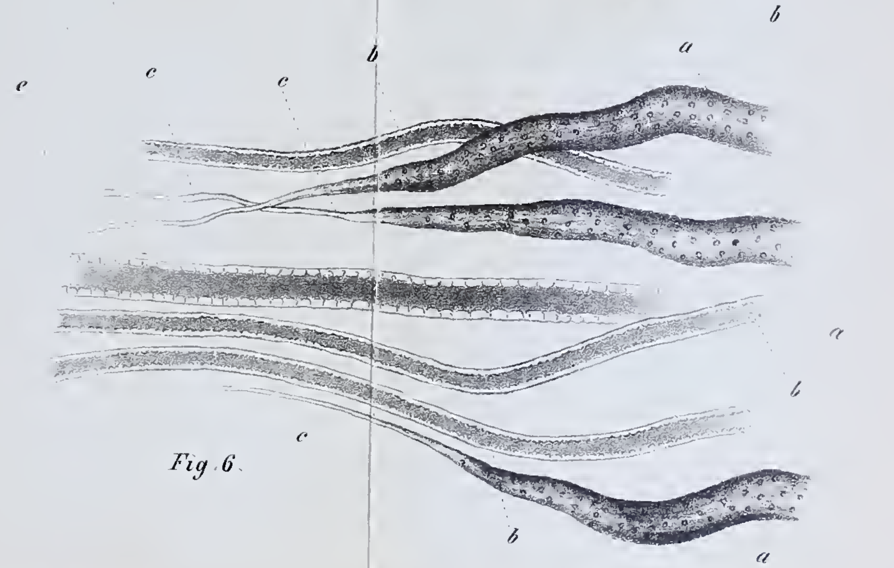

Fig. 4

Roth. del.









Roth del.

F. Lips, lith.